

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah suatu alat elektronika digital yang mempunyai masukan dan keluaran serta kendali dengan program yang bisa ditulis dan dihapus dengan cara khusus, cara kerja mikrokontroler sebenarnya membaca dan menulis data.(Winoto:2010:4)

Mikrokontroler adalah versi mini atau mikro dari sebuah komputer karena mikrokontroler sudah mengandung beberapa periferal yang langsung bisa dimanfaatkan, misalnya port paralel, port serial, komparator, konversi digital ke analog (DAC), konversi analog ke digital dan sebagainya hanya menggunakan sistem minimum yang tidak rumit atau kompleks.

2.1.1 Arsitektur ATMega16

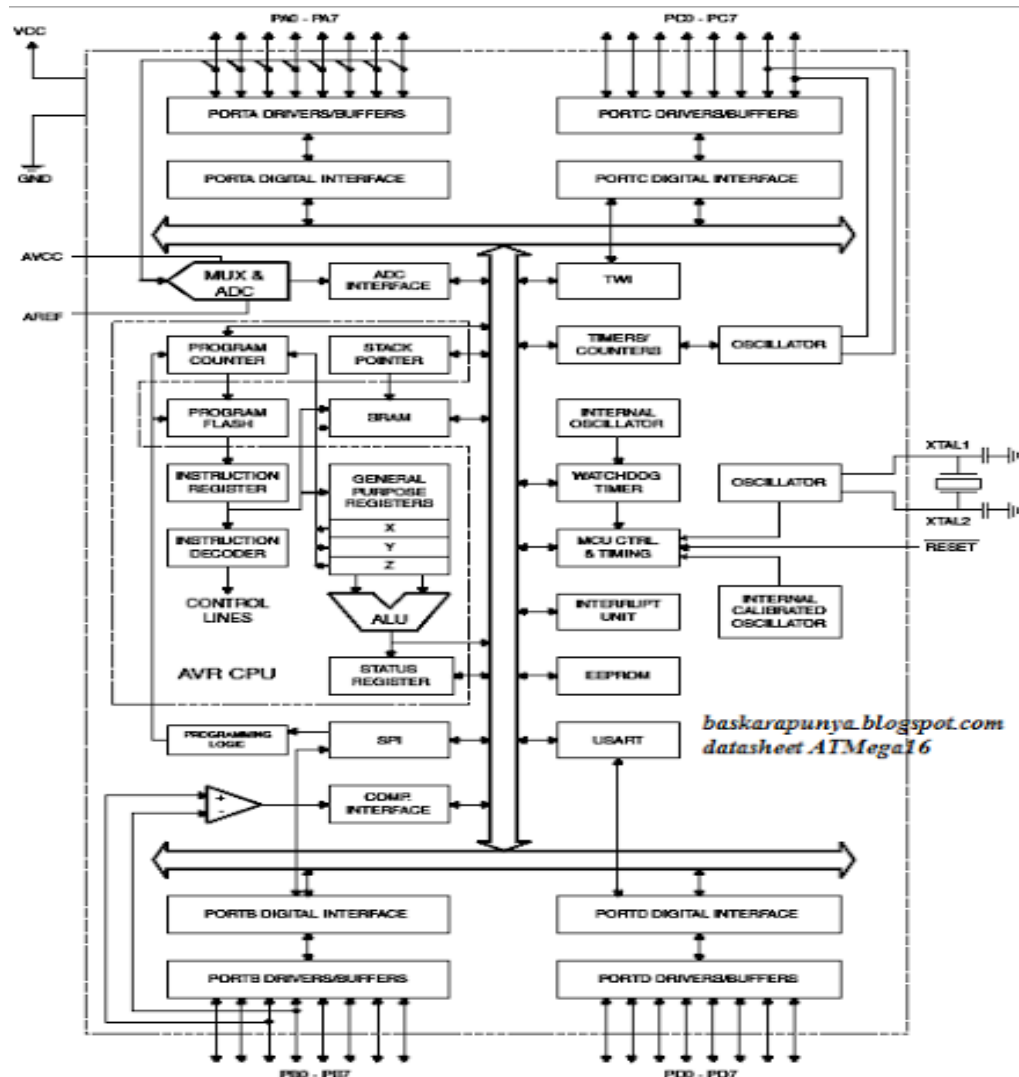
Menurut (Winoto:2010:4) mikrokontroler ini menggunakan arsitektur Harvard yang memisahkan memori program dari memori data, baik bus alamat maupun bus data, sehingga pengaksesan program dan data dapat dilakukan secara bersamaan (*concurrent*), adapun blog diagram arsitektur ATMega16 secara garis besar mikrokontroler terdiri dari :

1. Arsitektur RISC dengan *throughput* mencapai 16 MIPS pada frekuensi 16Mhz.
2. Memiliki kapasitas Flash memori 16Kbyte, EEPROM 512Byte, dan SRAM 1Kbyte.
3. Saluran I/O 32 buah, yaitu Port A, Port B, Port C, dan Port D.
4. CPU yang terdiri dari 32 buah register.
5. User interupsi internal dan eksternal.
6. Port antarmuka SPI dan Port USART sebagai komunikasi serial.
7. Fitur peripheral.
 - Dua buah 8-bit *timer/counter* dengan *prescaler* terpisah dan *mode compare*.
 - Satu buah 16-bit *timer/counter* dengan *prescaler* terpisah, *mode compare*, dan *mode capture*.

- *Real time counter* dengan osilator tersendiri.
- Empat kanal PMW dan Antarmuka komparator analog.
- Delapan kanal dan 10-bit ADC.
- *Byte-oriented two-wire serial interface*.
- *Watchdog timer* dengan osilator internal.



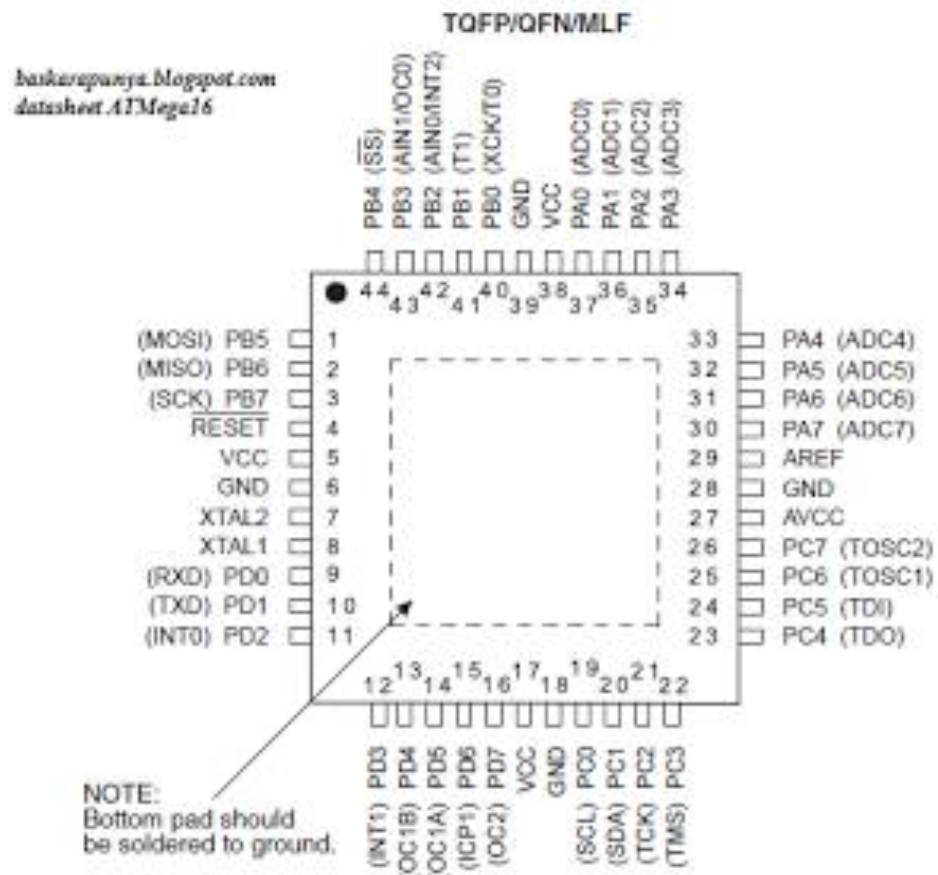
Gambar 2.1 Mikrokontroler ATmega16



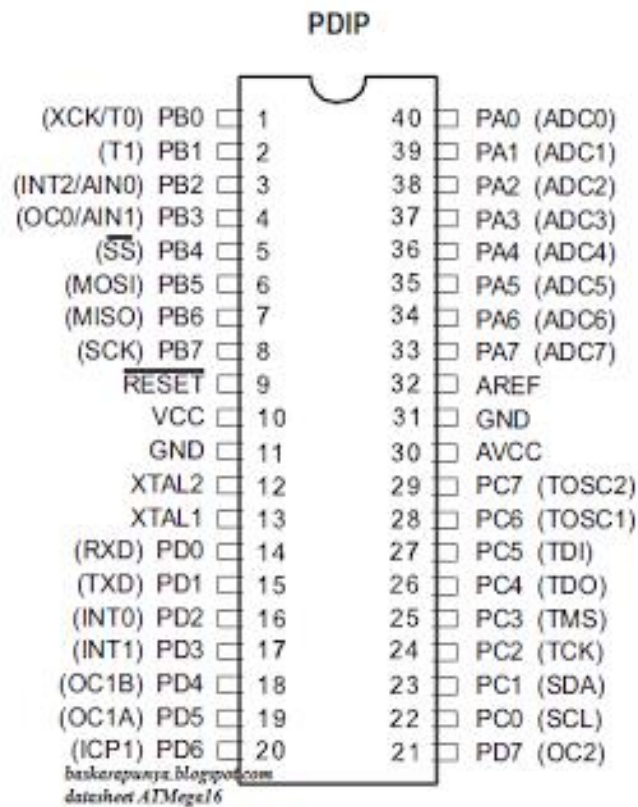
Gambar 2.2 Blok diagram ATmega16

2.1.2 Konfigurasi ATmega16

Konfigurasi pin mikrokontroler Atmega16 dengan kemasan 40pin. Atmega16 memiliki 8 Pin untuk masing-masin Port A, Port B, Port C, dan Port D. (Winoto:2010:4)



Gambar 2.3 Konfigurasi Pin ATmega16 SDM



Gambar 2.4 Konfigurasi Pin ATmega16 PDIP

- VCC merupakan Pin yang berfungsi sebagai pin masukan catudaya.
- GND merupakan Pin *Ground*.
- Port A (PA0..PA7) merupakan pin I/O dan pin masukan ADC.
- Port B (PB0..PB7) merupakan pin I/O dan pin yang mempunyai fungsi khusus yaitu *Timer/Counter*, komparator Analog dan SPI.
- Port C (PC0..PC7) merupakan pin I/O dan pin yang mempunyai fungsi khusus, yaitu komparator analog dan *Timer Oscillator*.
- Port D (PD0..PD7) merupakan pin I/O dan pin yang mempunyai fungsi khusus, yaitu komparator analog dan *interrupt eksternal* serta komunikasi serial.
- RESET merupakan pin yang digunakan untuk mereset mikrokontroler.
- XTAL1 dan XTAL2 merupakan pin masukan *clock eksternal*.
- AVCC merupakan pin masukan untuk tegangan ADC.
- AREF merupakan pin masukan tegangan referensi untuk ADC.

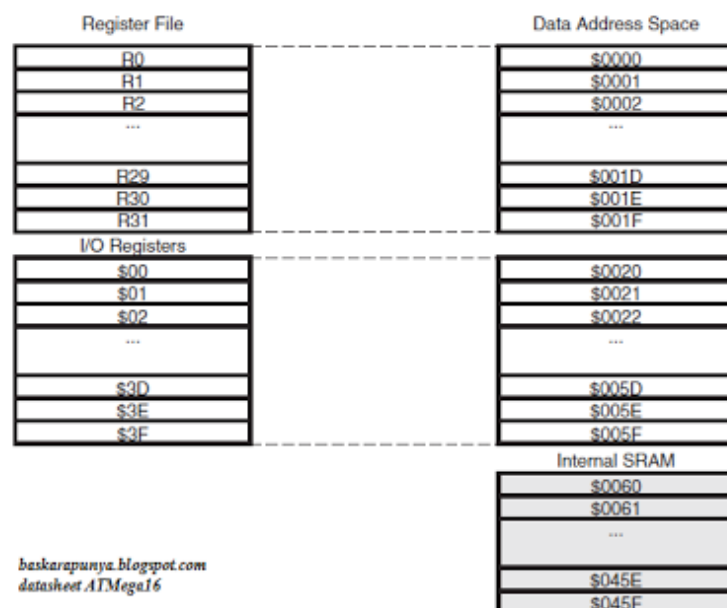
2.1.3 Peta Memori ATmega16

Memori program ATmega16 mempunyai dua memori utama, yaitu memori data dan memori program. Selain itu ATmega16 memiliki memori EEPROM untuk menyimpan data. ATmega16 memiliki 16K byte *on-chip In-system reprogrammable Flash Memory* untuk menyimpan program. Instruksi ATmega16 semuanya memiliki format 16 atau 32 bit, maka memori flash diatur dalam 8K x 16 bit. Memori flash dibagi kedalam dua bagian, yaitu bagian program boot dan aplikasi. *Bootloader* adalah program kecil yang bekerja saat sistem dimulai yang dapat memasukkan seluruh program aplikasi kedalam memori prosesor. (Winoto:2010:4)

2.1.4 Memori Data (SRAM)

Memori data ATmega16 terbagi menjadi 3 bagian, yaitu 32 *register* umum, 64 buah *register* I/O dan 1kbyte SRAM internal. *General purpose register* menempati alamat data terbawah, yaitu \$00 samapi \$1F. Sedangkan memori I/O menempati 64 alamat berikutnya mulai dari \$20 hingga \$5F.

Memori I/O merupakan *register* yang khusus digunakan untuk mengatur fungsi terhadap berbagai fitur mikrokontroler seperti kontrol *register*, *timer/counter*, fungsi-fungsi I/O, dan sebagainya. 1024 alamat berikutnya mulai dari \$60 hingga \$45F digunakan untuk SRAM internal. (Winoto:2010:4)



Gambar 2.5 Peta Memori Data ATmega16

2.1.5 Memori Data EEPROM

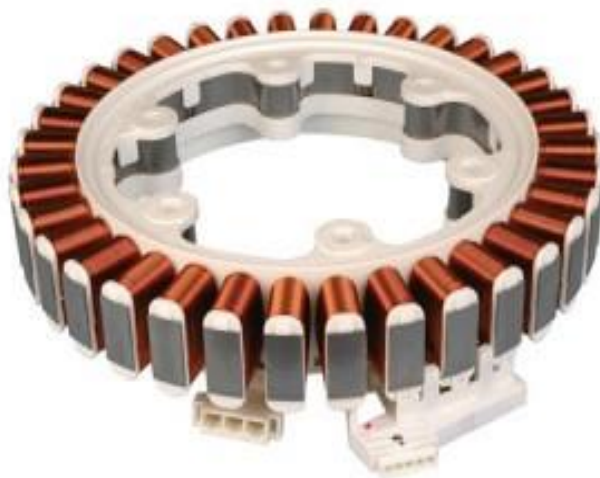
ATMega16 terdiri dari 512 byte memori data EEPROM 8 bit, data dapat ditulis/dibaca dari memori ini, ketika catu daya dimatikan data terakhir yang ditulis pada memori EEPROM masih tersimpan pada memori ini atau dengan kata lain memori EEPROM bersifat nonvolatile. Alamat EEPROM mulai dari \$000 sampai \$1FF. (Winoto:2010:4)

2.2 Motor AC

Motor AC merupakan sebuah motor listrik yang tenaga penggerakannya berasal dari arus bolak-balik (arus AC). Motor AC lebih sering digunakan dalam industri dari pada motor DC. Tetapi motor AC ini tidak dapat beroperasi dengan baik pada kecepatan rendah. Motor AC biasanya terdiri dari dua bagian dasar, yaitu: (Sutrisno:2012:5-6)

a) *Stator*

Stator merupakan bagian dari motor yang tidak bergerak (stasioner/statis). Stator berupa kumparan yang dialiri dengan arus bolak-balik untuk menghasilkan medan magnet yang berputar. *Stator* ini terbentuk atas lapisan plat-plat tipis dengan sejumlah *pole* yang tersusun melingkar, seperti jari-jari pada roda. Seutas kawat tembaga dililitkan sebanyak sekian lilitan/putaran di tiap-tiap *pole*.

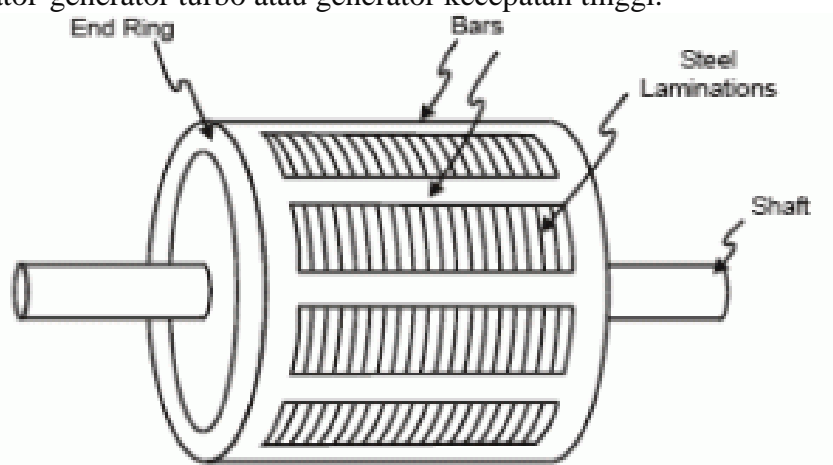


Gambar 2.6 Tampilan dari Stator

b) *Rotor*

Rotor merupakan bagian dari motor listrik yang mengalami perputaran. Perputaran rotor disebabkan karena adanya medan magnet dan lilitan kawat pada rotor. Sedangkan torsi dari perputaran rotor ditentukan oleh banyaknya lilitan kawat dan juga diameternya. Pada rotor terdapat kutub-kutub magnet dengan lilitan-lilitan kawatnya dialiri oleh arus searah. Kutub magnet rotor terdiri dua jenis yaitu :

- Rotor kutub menonjol (*salient*), adalah tipe yang dipakai untuk generator-generator kecepatan rendah dan menengah.
- Rotor kutub tidak menonjol atau rotor silinder digunakan untuk generator-generator turbo atau generator kecepatan tinggi.



Gambar 2.7 Tampilan dari Rotor

Terdapat dua jenis motor AC, tergantung pada tipe rotor yang digunakan:

1. Tipe pertama adalah **motor induksi** atau motor asinkron. Medan magnet pada rotor motor ini diciptakan oleh arus induksi.
2. Tipe kedua adalah **motor sinkron**, yang tidak bergantung pada induksi. sebagai hasilnya, dapat memutar tepat pada frekuensi supply atau kelipatan dari frekuensi supply.

2.3 Motor Induksi

Motor induksi merupakan motor listrik arus bolak balik (ac) yang paling luas digunakan. Penamaannya berasal dari kenyataan bahwa motor ini bekerja berdasarkan induksi medan magnet stator ke statornya, dimana arus rotor motor ini bukan diperoleh dari sumber tertentu, tetapi merupakan arus yang terinduksi sebagai akibat adanya perbedaan relatif antara putaran rotor dengan medan putar (*rotating magnetic field*) yang dihasilkan oleh arus stator. Motor induksi sangat banyak digunakan di dalam kehidupan sehari-hari baik di industri maupun di rumah

tangga. Motor induksi yang umum dipakai adalah motor induksi 3-fase dan motor induksi 1-fase. Motor induksi 3-fase dioperasikan pada sistem tenaga 3-fase dan banyak digunakan di dalam berbagai bidang industri, sedangkan motor induksi 1-fase dioperasikan pada sistem tenaga 1-fase yang banyak digunakan terutama pada penggunaan untuk peralatan rumah tangga seperti kipas angin, lemari es, pompa air, mesin cuci dan sebagainya karena motor induksi 1-fase mempunyai daya keluaran yang rendah. (Sutrisno:2012:5-6)

2.3.1 Konstruksi Motor Induksi

Motor induksi pada dasarnya mempunyai 3 bagian penting yaitu sebagai berikut :

a) Stator

Merupakan bagian yang diam dan mempunyai kumparan yang dapat menginduksikan medan elektromagnetik kepada kumparan rotornya. Konstruksi stator motor induksi pada dasarnya terdiri dari bagian-bagian berikut:

- Rangka Stator.
- Inti Stator, dari besi lunak atau baja silikon.
- Alur, merupakan tempat meletakkan belitan(kumparan stator).
- Kumparan Stator dari tembaga

b) Celah

Diantara stator dan rotor terdapat celah udara yang merupakan ruangan antara stator dan rotor. Pada celah udara ini lewat fluks induksi stator yang memotong kumparan rotor sehingga menyebabkan rotor berputar. Celah udara yang terdapat antara stator dan rotor diatur sedemikian rupa sehingga didapatkan hasil kerja motor yang optimum. Bila celah udara antara stator dan rotor terlalu besar akan mengakibatkan efisiensi motor induksi rendah, sebaliknya bila jarak antara celah terlalu kecil/sempit akan menimbulkan kesukaran mekanis pada mesin .

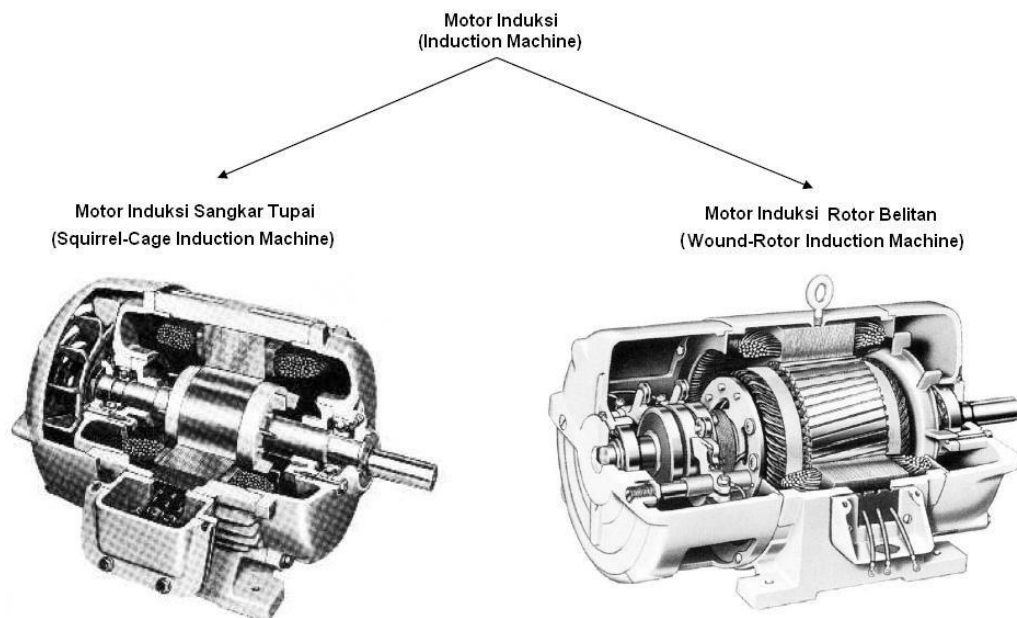
c) Rotor

Merupakan bagian yang bergerak akibat adanya induksi magnet dari kumparan stator yang diinduksikan kepada kumparan rotor. Berdasarkan bentuk konstruksi rotornya, maka motor induksi dapat dibagi menjadi dua jenis, yaitu:

- Motor Induksi dengan Rotor Sangkar (*squirrel cage*).

Bagian mesin yang berputar bebas dan letaknya bagian dalam. Terbuat dari besi laminasi yang mempunyai slot dengan batang aluminium / tembaga yang dihubungkan singkat pada ujungnya.

- Motor Induksi dengan Rotor Belitan (*wound rotor*).



Gambar 2.8 Tampilan dari Rotor Sangkar dan Belitan

Konstruksi rotor motor induksi terdiri dari bagian-bagian sebagai berikut:

1. Inti rotor, bahannya dari besi lunak atau baja silikon sama dengan inti stator.
2. Alur, bahannya dari besi lunak atau baja silikon sama dengan inti. Alur merupakan tempat meletakkan belitan (kumparan) rotor.
3. Belitan rotor, bahannya dari tembaga.
4. Poros atau as.

2.3.2 Prinsip Kerja Motor Induksi

Motor induksi bekerja berdasarkan induksi elektromagnetik dari kumparan stator kepada kumparan rotornya. Garis-garis gaya fluks yang diinduksikan dari kumparan stator akan memotong kumparan rotornya sehingga timbul emf (ggl) atau

tegangan induksi dan karena penghantar (kumparan) rotor merupakan rangkaian yang tertutup, maka akan mengalir arus pada kumparan rotor. Penghantar (kumparan) rotor yang dialiri arus ini berada dalam garis gaya fluks yang berasal dari kumparan stator sehingga kumparan rotor akan mengalami gaya Lorentz yang menimbulkan torsi yang cenderung menggerakkan rotor sesuai dengan arah pergerakan medan induksi stator. Pada rangka stator terdapat kumparan stator yang ditempatkan pada slot-slotnya yang dililitkan pada sejumlah kutup tertentu. Jumlah kutup ini menentukan kecepatan berputarnya medan stator yang terjadi yang diinduksikan ke rotornya. Makin besar jumlah kutup akan mengakibatkan makin kecilnya kecepatan putar medan stator dan sebaliknya. Kecepatan berputarnya medan putar ini disebut kecepatan sinkron. Besarnya kecepatan sinkron ini adalah sebagai berikut. (Sutrisno:2012:5-6)

$$\omega_{\text{sink}} = 2\pi f \text{ (listrik, rad/dt)} = 2\pi f / P \text{ (mekanik, rad/dt)}$$

atau:

$$N_s = 120f / P \text{ (putaran/menit, rpm)}$$

dimana :

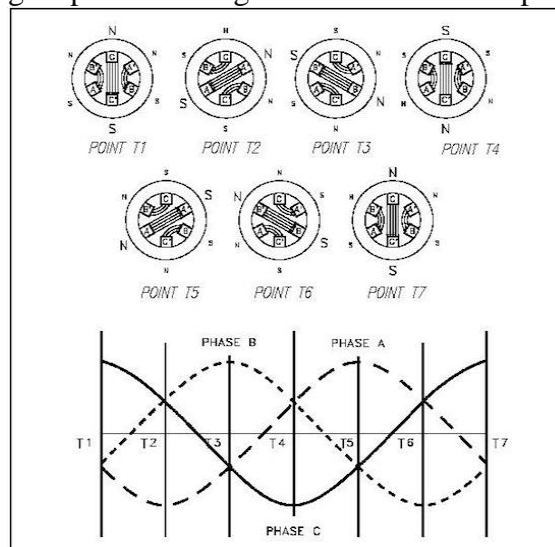
f = frekuensi sumber AC (Hz)

P = jumlah pasang kutup

N_s dan ω_{sink} = kecepatan putaran sinkron medan magnet stator

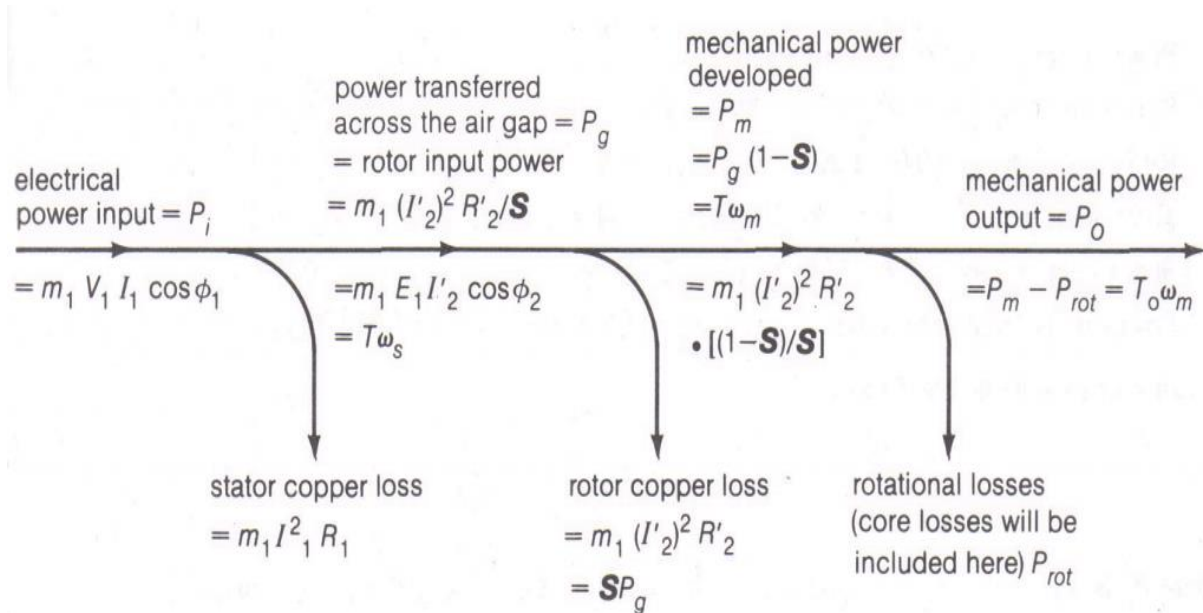
2.3.3 Arah Putaran Motor Induksi

Putaran medan magnet pada stator tiga fasa akan terlihat seperti gambar berikut.



Gambar 2.9 Putaran Motor Induksi

2.3.4 Active Power Flow



2.3.5 Karakteristik Motor Induksi

Berdasarkan Standar yang dikeluarkan oleh National Electrical Manufacturers Association (NEMA) Motor Rotor sangkar dapat dikelompokkan menjadi 4 kelas berdasarkan karakteristik: (Sutrisno:2012:5-6)

a) Motor kelas A

- Mempunyai rangkaian resistansi rotor kecil.
- Beroperasi pada slip sangat kecil ($s < 0,01$) dalam keadaan berbeban.
- Untuk keperluan torsi start yang sangat kecil.

b) Motor kelas B

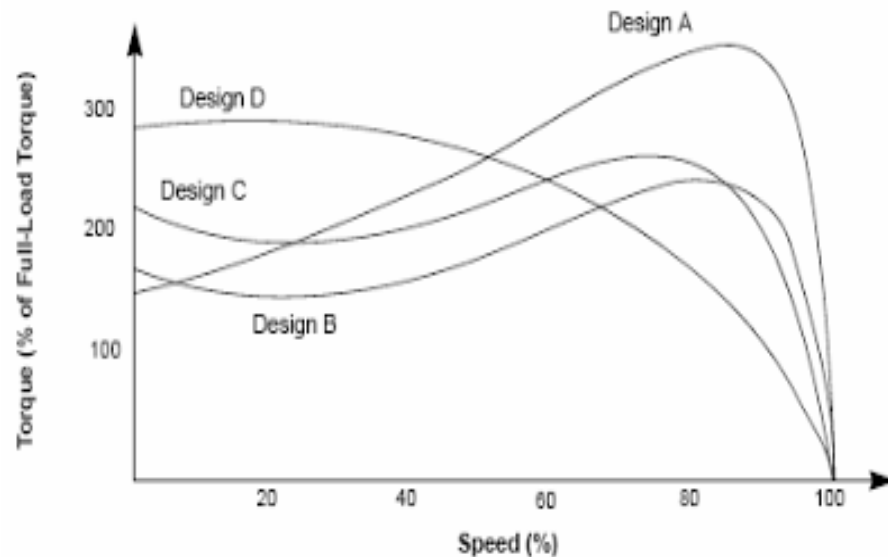
- Untuk keperluan umum, mempunyai torsi starting normal dan arus starting normal.
- Regulasi kecepatan putar pada saat full load rendah (dibawah 5%).
- Torsi starting sekitar 150% dari rated.
- Walaupun arus starting normal, biasanya mempunyai besar 600% dari full load.

c) Motor kelas C

- Mempunyai torsi statring yang lebih besar dibandingkan motor kelas B.
- Arus starting normal, slip kurang dari 0,05 pada kondisi full load.
- Torsi starting sekitar 200% dari rated.
- Untuk konveyor, pompa, kompresor dll.

d) Motor kelas D

- Mempunyai torsi statring yang besar dan arus starting relatif rendah.
- Slip besar.
- Pada slip beban penuh mempunyai efisiensi lebih rendah dibandingkan kelas motor lainnya.
- Torsi starting sekitar 300%.



Gambar 2.10 Diagram Karakteristik Motor Induksi

2.4 Motor Sinkron

Motor Sinkron adalah motor AC tiga-fasa yang dijalankan pada kecepatan sinkron, tanpa slip. Motor sinkron adalah motor AC, bekerja pada kecepatan tetap pada sistem frekuensi tertentu. Motor ini memerlukan arus DC untuk pembangkitan daya dan memiliki torsi awal yang rendah, dan oleh karena itu motor sinkron cocok untuk penggunaan awal untuk beban rendah, seperti kompresor udara, perubahan frekuensi dan generator motor. Motor sinkron mampu memperbaiki faktor daya sistem sehingga sering digunakan pada sistem yang menggunakan banyak listrik. (Sutrisno:2012:5-6)

2.4.1 Bagian Dasar Motor Sinkron

Bagian dasar dari sebuah motor sinkron:

a) Rotor

Perbedaan utama antara motor sinkron dan motor induksi adalah bahwa rotor mesin sinkron berjalan pada kecepatan putar yang sama dengan

perputaran medan magnet. Hal ini memungkinkan sebab medan magnet rotor tidak lagi terinduksi. Rotor memiliki magnet permanen atau arus DC excited, yang dipaksa untuk mengunci pada posisi tertentu bila di hadapkan pada medan magnet lainnya.

b) Stator

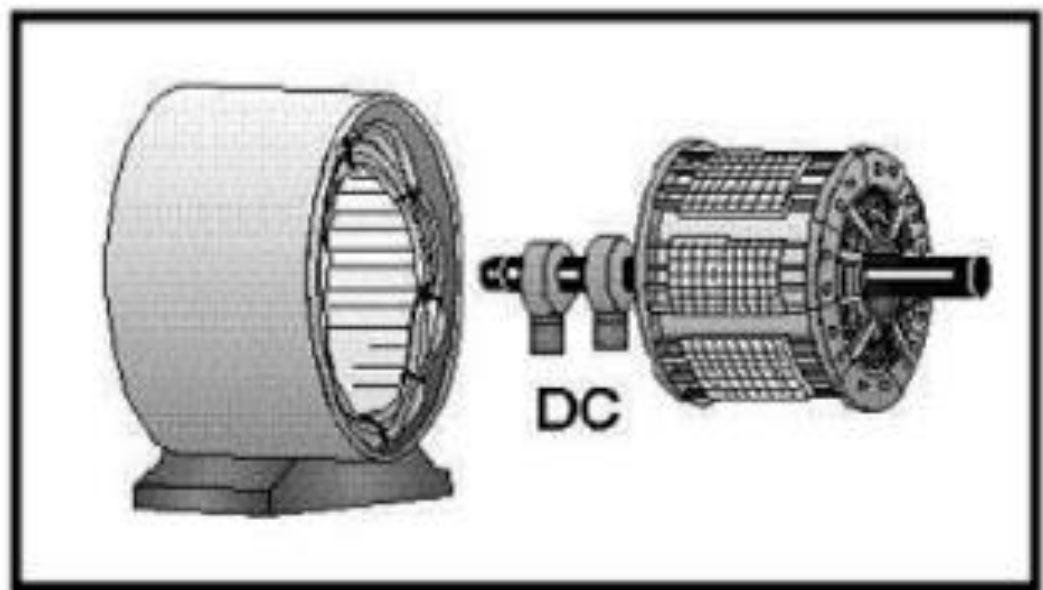
Menghasilkan medan magnet berputar yang sebanding dengan frekuensi yang dipasok. Motor ini berputar pada kecepatan sinkron, yang diberikan oleh persamaan berikut:

$$N_s = 120 f / P$$

Dimana :

f = Frekuensi dari pasokan frekuensi

P= Jumlah kutub



Gambar 2.11 Tampilan Motor Sinkron

2.4.2 Karakteristik Motor Sinkron

- Synchronous motor ac digunakan untuk mengubah tenaga listrik menjadi tenaga mekanik.
- Rotasi dari *Synchronous motor* dibentuk oleh rangkaian fase dari tiga fasa AC yang diterapkan ke stator motor. Seperti dengan tiga fase motor induksi, rotasi *synchronous motor* dapat berubah dengan membalik tiap dua stator penunjuk. Polaritas rotor tidak berpengaruh pada rotasi.

- *Synchronous motor* seringkali langsung digabungkan ke beban dan dapat berbagi sebuah poros bersama dan bantalan dengan beban.
- *Synchronous motor* yang besar biasanya dimulai sebagai *across the line*. Kadang-kadang, metode mengurangi tegangan, seperti *autotransformer* atau bagian yang berliku dapat digunakan. Sebuah motor sinkron, seperti namanya, berjalan pada kondisi stabil pada kecepatan tetap disebut kecepatan sinkron.
- Kecepatan sinkron bergantung pada (a) frekuensi tegangan dan (b) jumlah kutub dalam mesin. Dengan kata lain, kecepatan motor sinkron independen dari beban selama beban dalam kemampuan motor.
- Jika beban melebihi torsi maksimum yang dapat dikembangkan oleh motor, motor berhenti dan torsi rata-rata yang dikembangkan adalah nol.
- Kebanyakan motor sinkron memiliki nilai antara 150 kW (200 hp) dan 15 MW (20,000 hp) dan kecepatan berkisar 150-1.800 r / min. Akibatnya, mesin-mesin ini digunakan dalam industri berat.
- Motor sinkron dibangun di unit besar dibandingkan dengan motor induksi (motor induksi lebih murah untuk peringkat yang lebih kecil) dan digunakan untuk industri kecepatan konstan drive.
- Kutub yang ditampilkan di bagian kanan adalah tipe rotor *brush* yang menggunakan cincin slip untuk aplikasi arus medan DC.
- Tegangan rendah DC digunakan untuk memutar bidang. Tipe tegangan yang tipikal digunakan adalah 120 VDC dan 250 VDC.
- Polaritas cincin slip tidaklah kritis dan harus secara berkala dibalik untuk menyamakan pada pemakaian cincin slip. Cincin polaritas negatif akan memperlama pemakaian dibandingkan cincin positif karena faktor elektrolisis.
- Cincin slip biasanya terbuat dari baja untuk umur pemakaian yang lama.

2.4.3 Prinsip Kerja Motor Sinkron

- *Amortisseur* pada rotor menghasilkan Torsi awal dan Mempercepat Torsi untuk mempercepat *synchronous motor*.
- Ketika kecepatan motor mencapai sekitar 97% dari papan RPM, medan arus DC diterapkan ke rotor untuk menghasilkan torsi tarikan dan rotor akan menarik langkah dan mensinkronisasi dengan medan fluks yang berputar di dalam stator. Motor akan dijalankan pada kecepatan sinkron dan menghasilkan torsi yang sinkron atau *Synchronous Torque*.

- Setelah sinkronisasi, dorongan torsi tidak dapat ditingkatkan lagi atau motor akan menjadi di luar kendali. Kadang-kadang, jika kelebihan beban sesaat, motor akan slip dan sinkronisasi ulang. Perlindungan saat dorongan harus disediakan, jika tidak motor akan berjalan sebagai sebuah motor induksi arus tinggi dan memungkinkan kerusakan motor yang parah.

2.5 Sensor *Infrared*

Sensor *Infrared* pada dasarnya menggunakan *infrared* sebagai media untuk komunikasi data antara *receiver* dan *transmitter* (Nataliana:2014: Vol:2 No.1). Sistem akan bekerja jika sinar *infrared* yang dipancarkan terhalang oleh suatu benda yang mengakibatkan sinar *infrared* tersebut tidak dapat terdeteksi oleh perangkat penerima sinar *infrared*.

Cahaya *infrared* pada dasarnya adalah radiasi elektromagnetik dari panjang gelombang yang lebih panjang dari cahaya tampak, tetapi lebih pendek dari radio gelombang radio atau *infrared* merupakan warna dari cahaya tampak dengan gelombang terpanjang yaitu sekitar 700 nm sampai 1 mm. Pada perangkat ini cahaya *infrared* dipancarkan oleh sebuah LED *infrared*.



Gambar 2.12 LED *Infrared*

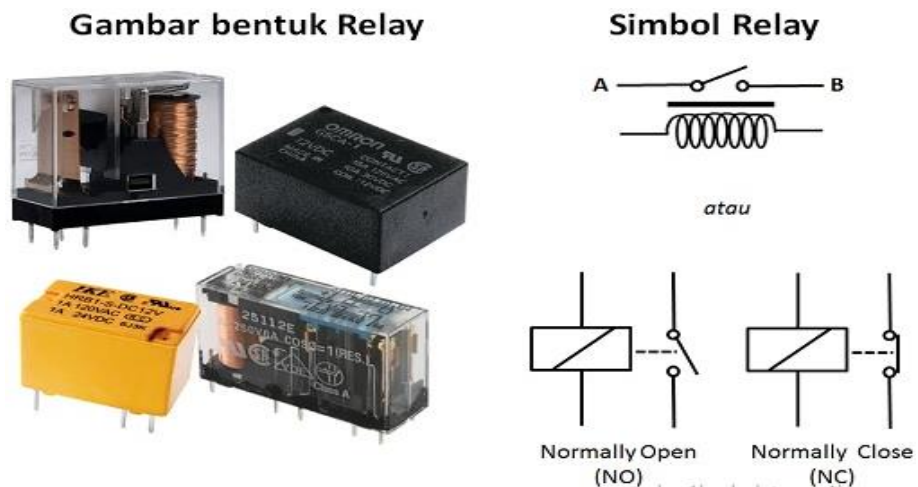
Sinar *infrared* yang dipancarkan oleh LED *infrared* selanjutnya dibaca oleh *photodiode*, perangkat ini merupakan salah satu jenis sensor optik yang digunakan dalam rangkaian elektronika untuk mengukur intensitas cahaya. Keluaran *photodiode* adalah arus listrik yang besarnya berubah-ubah sesuai dengan intensitas cahaya yang masuk. Semakin terang cahaya yang masuk, arus keluaran *photodiode* semakin besar. Semakin gelap cahaya yang masuk, keluaran *photodiode* semakin kecil.



Gambar 2.13 Fotodiode

2.6 Relay

Relay adalah saklar listrik/elektrik yang membuka atau menutup sirkuit/rangkaian lain dalam kondisi tertentu (Dian:2012:19). Prinsip kerja *relay* menggunakan teknik magnetik, pada *relay* terdapat lilitan kabel tembaga (*spull*) yang apabila dialiri arus akan menimbulkan medan magnet yang kemudian mengubah posisi *handle* dari NC (*Normaly Close*) ke NO (*Normaly Open*).



Gambar 2.14 Relay

2.7 Power Supply

Pencatu daya (*Power Supply*) adalah sebuah piranti elektronika yang berguna sebagai sumber daya untuk piranti lain, terutama daya listrik. Pada dasarnya pencatu daya bukanlah sebuah alat yang menghasilkan energi listrik saja, namun ada beberapa pencatu daya yang menghasilkan energi mekanik, dan energi yang lain.(Arbama:2010:22)

Pencatu daya listrik dibagi menjadi dua macam, yaitu pencatu daya tak distabilkan dan pencatu daya distabilkan. Pencatu daya tak distabilkan merupakan jenis pencatu daya yang paling sederhana. Pada pencatu daya jenis ini tegangan maupun arus keluaran dari pencatu daya tidak distabilkan, sehingga berubah-ubah sesuai keadaan tegangan masukan dan beban pada keluaran. Pencatu daya jenis ini biasanya digunakan pada piranti elektronika sederhana yang tidak sensitif akan perubahan tegangan. Pencatu jenis ini juga banyak digunakan pada penguat daya tinggi untuk mengkompensasi lonjakan tegangan keluaran pada penguat. Sedangkan pencatu daya distabilkan menggunakan suatu mekanisme loloh balik untuk menstabilkan tegangan keluarannya bebas dari variasi tegangan masukan, beban keluaran, maupun dengung. Ada dua jenis kalang yang digunakan untuk menstabilkan tegangan keluaran, antara lain:

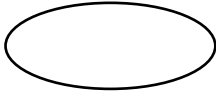




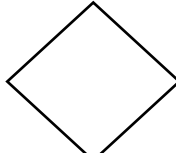
- Pencatu daya linier, merupakan jenis pencatu daya yang umum digunakan. Cara kerja dari pencatu daya ini adalah mengubah tegangan AC menjadi tegangan AC lain yang lebih kecil dengan bantuan Transformator. Tegangan ini kemudian disearahkan dengan menggunakan rangkaian penyearah tegangan, dan di bagian akhir ditambahkan kondensator sebagai penghalus tegangan sehingga tegangan DC yang dihasilkan oleh pencatu daya jenis ini tidak terlalu bergelombang. Selain menggunakan diode sebagai penyearah, rangkaian lain dari jenis ini dapat menggunakan regulator tegangan linier sehingga tegangan yang dihasilkan lebih baik dari pada rangkaian yang menggunakan diode. Pencatu daya jenis ini biasanya dapat menghasilkan tegangan DC yang bervariasi antara 0 -60 Volt dengan arus antara 0 – 10 Ampere.
- Pencatu daya sakelar, pencatu daya jenis ini menggunakan metode yang berbeda dengan pencatu daya linier. Pada jenis ini, tegangan AC yang masuk kedalam rangkaian langsung disearahkan oleh rangkaian penyearah tanpa menggunakan bantuan transformer. Cara menyearahkan tegangan tersebut adalah dengan menggunakan frekuensi tinggi antara 10 Khz hingga 1 Mhz, dimana frekuensi ini jauh lebih tinggi dari pada frekuensi AC sekitar 50 Hz. Pada pencatu daya sakelar biasanya diberikan rangkaian umpan balik agar tegangan dan arus yang keluar dari rangkaian ini dapat dikontrol dengan baik.

2.8 Flowchart

Flowchart merupakan sebuah diagram dengan simbol-simbol *grafis* yang menyatakan tipe operasi program yang berbeda. Sebagai *representasi* dari sebuah program, *flowchart* maupun algoritma dapat menjadi alat bantu untuk memudahkan perancangan alur urutan logika suatu program, memudahkan pelacakan sumber kesalahan program, dan alat untuk menerangkan logika program. (Sistem Informatika, Vol.7:2012)

Berikut simbol-simbol yang sering digunakan dalam *flowchart* :

Tabel 2.1 Simbol-simbol Flowchart

Simbol	Nama	Fungsi
	<i>Terminator</i>	Permulaan/akhiran suatu program.
	Garis Alir	Arah alir program.
	<i>Preparation</i>	Proses inisialisasi.
	<i>Process</i>	Proses pengolahan data.
	<i>Input/Output Data</i>	Masukkan dan keluaran data.
	<i>Decision</i>	Keputusan dalam program.

2.9 Code Vision AVR

Code vision avr pada dasarnya merupakan perangkat lunak pemrogram mikrokontroler keluarga avr berbasis bahasa c. Ada tiga komponen penting yang telah diintegrasikan dalam perangkat lunak ini: *Compiler C*, IDE dan program *generator*. *Code vision avr* dilengkapi dengan *source code editor*, *compiler*, *linker* dan dapat memanggil Atmel AVR studio dengan debuggernya (Andrianto:2013:37).

Berdasarkan spesifikasi yang dikeluarkan oleh perusahaan pengembangannya, *Compiler C* yang digunakan hampir mengimplementasikan semua komponen

standar yang ada pada bahasa C standar ANSI. Tetapi walaupun demikian, dibandingkan bahasa C untuk aplikasi komputer, *compiler* C untuk mikrokontroler ini memiliki sedikit perbedaan yang disesuaikan dengan arsitektur AVR tempat program C tersebut ditanamkan.

2.10 Bahasa C

Bahasa C merupakan bahasa pemrograman yang oleh Dennis Ritchie sekitar tahun 1970an di Bell Telephone Laboratories Inc. Bahasa C pertama kali digunakan di komputer *Digital Equipment Corporation* PDP-11 yang menggunakan sistem operasi UNIX. Bahasa ini merupakan pengembangan dari BCPL yang dikembangkan oleh Martin Richards pada tahun 1967 yang selanjutnya dikembangkan lagi menjadi bahasa B oleh Ken Thomson pada tahun 1970. Hingga saat ini penggunaan bahasa C telah merata di seluruh dunia (Heryanto dkk:2010:19).

Bahasa C adalah bahasa pemrograman tingkat menengah yaitu bahasa pemrograman yang berbeda diantara bahasa tingkat rendah dan tingkat tinggi. Bahasa tingkat rendah adalah bahasa pemrograman yang berorientasi pada mesin, sedangkan bahasa pemrograman tingkat tinggi adalah bahasa pemrograman yang berorientasi pada manusia. Bahasa tingkat tinggi relatif mudah digunakan karena ditulis dengan bahasa manusia sehingga mudah dimengerti.

Program bahasa C tidak mengenal aturan penulisan dikolom tertentu, jadi bisa dimulai dari kolom manapun. Untuk mempermudah pembacaan program dan untuk keperluan lainnya, sebaiknya penulisan bahasa C diatur sedemikian rupa. Program dalam bahasa C selalu ditulis dalam bentuk fungsi seperti ditunjukkan dalam main (). Program yang dijalankan berada dalam tubuh program yang dimulai dengan tanda kurung buka ({} dan diakhiri dengan tanda kurung tertutup (}). Semua informasi/ Pernyataan yang ditulis dalam tubuh program ini disebut dengan blok. Tanda "()" digunakan untuk mengapit argumen suatu fungsi. Argumen adalah suatu nilai yang akan digunakan dalam fungsi tersebut. Dalam fungsi main diatas tidak ada argumen, sehingga data dalam "()" tidak ada. Dalam tubuh fungsi antara tanda "{ dan tanda "}" ada sejumlah pernyataan yang merupakan perintah yang harus dikerjakan oleh prosesor. Setiap pernyataan diakhiri dengan tanda titik koma (;).